

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月25日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-216648

[ST.10/C]:

[JP2002-216648]

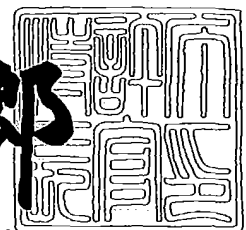
出 願 人
Applicant(s):

株式会社デンソー

2003年 5月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3039023

【書類名】 特許願

【整理番号】 IP7176

【提出日】 平成14年 7月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 9/04

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 吉原 晋二

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 豊田 稲男

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 鈴木 康利

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100100022

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊藤 洋二

 【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108198

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三浦 高広

 【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

 【識別番号】 100111578

【弁理士】

【氏名又は名称】 水野 史博

【電話番号】 052-565-9911

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038287

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体力学量センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 力学量の印加によって歪むダイヤフラム（14）を有する半導体基板（10）と、

この半導体基板の一面側に形成され、前記ダイヤフラムの歪みにより発生する応力に基づいて抵抗値が変化する4個のゲージ抵抗（Ra、Rb、Rc、Rd）とを備え、

これら4個のゲージ抵抗によりブリッジ回路（20）が構成され、このブリッジ回路の2個の midpoint となる配線（H3、H8）からそれぞれ引き出された端子（B、C）をセンサ出力用端子として、これらセンサ出力用端子の間の電位差（Vout1）をセンサ出力として用いるようにした半導体力学量センサにおいて、

前記4個のゲージ抵抗は、それぞれ複数個に分割された分割ゲージ抵抗（Ra1、Ra2、Rb1、Rb2、Rc1、Rc2、Rd1、Rd2）となっており、

前記複数個の分割ゲージ抵抗における分割された間の配線（H2、H4、H7、H9）から引き出された端子のうち前記力学量が印加されていない状態において電位が等しい組合せの端子（B1、C1）を故障診断出力用端子として、これら故障診断出力用端子の間の電位差（Vout2）を、故障診断出力として用いるようにしており、

前記センサ出力用端子（B、C）の少なくとも一方は、前記 midpoint となる配線（H3、H8）における配線抵抗の異なる部分から引き出された複数の端子（Ba、Bb、Bc、Ca、Cb、Cc）からなり、

前記故障診断出力用端子（B1、C1）の少なくとも一方は、前記複数個の分割ゲージ抵抗における分割された間の配線（H2）における配線抵抗の異なる部分から引き出された複数の端子（B1a、B1b、B1c）からなることを特徴とする半導体力学量センサ。

【請求項 2】 前記センサ出力用端子（B、C）の少なくとも一方を構成する複数の端子（Ba、Bb、Bc、Ca、Cb、Cc）、および、前記故障診断

出力用端子（B 1、C 1）の少なくとも一方を構成する複数の端子（B 1 a、B 1 b、B 1 c）とは、3 個以上の端子であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ゲージ抵抗によって形成された一つのブリッジ回路上からセンサ出力および故障診断出力を検出可能としたダイアフラム型の半導体力学量センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

この種のセンサは、圧力や加速度等の力学量の印加によって歪むダイアフラムを有する半導体基板と、この半導体基板の一面側に形成されダイアフラムの歪みにより発生する応力に基づいて抵抗値が変化する複数のゲージ抵抗とを備え、これらゲージ抵抗により構成された一つのブリッジ回路を利用してセンサ出力と故障診断出力を求め、両出力の比較から故障診断を行っている。

【0003】

それによれば、センサ出力用、故障診断出力用の二つのブリッジ回路を形成しなくても良く、一つのブリッジ回路によってセンシングと故障診断を行うことができるため、センサの小型化などに有利である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このようなセンサとして、本出願人は先に特願平 2001-221697 号に記載のものを提案している。図 9 は、このセンサにおけるブリッジ回路の等価回路を示す図である。

【0005】

このブリッジ回路は、4 個のゲージ抵抗 R a、R b、R c、R d が互いに直列接続されて 4 辺形の閉回路を形成してなるホイートストンブリッジで構成されている。なお、図 9 中、H 1、H 2 1、H 2 2、……、といった符号の頭に H が付

いたものは各ゲージ抵抗間の配線抵抗を示すものである。

【0006】

この回路において、相対する中点となる配線H1、H3、H5、H6、H8、H10から引き出された端子A、B、C、Dをそれぞれ、入力電圧（入力信号） V_{in} を入力するための入力端子A、Dと、センサ出力となる差電圧（出力信号） V_{out1} を発生させるための出力端子B、Cとした構成となっている。ここでは、入力端子Aが電源側（第1の電位点）、入力端子DがGND側（第2の電位点）となっている。

【0007】

また、4個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ はそれぞれ2個の分割ゲージ抵抗に等分割されている。すなわち、入力端子Aと出力端子Bとの間に配置されたゲージ抵抗 R_a は分割ゲージ抵抗 R_{a1} と R_{a2} に、出力端子Bと入力端子Dとの間に配置されたゲージ抵抗 R_b は分割ゲージ抵抗 R_{b1} と R_{b2} に、入力端子Aと出力端子Cとの間に配置されたゲージ抵抗 R_c は分割ゲージ抵抗 R_{c1} と R_{c2} に、出力端子Cと入力端子Dとの間に配置されたゲージ抵抗 R_d は分割ゲージ抵抗 R_{d1} と R_{d2} に、それぞれ分割されている。

【0008】

また、各分割ゲージ抵抗における分割された間の配線H2、H4、H7、H9から引き出された端子（以下、中間端子という）としては、抵抗 R_{a1} と R_{a2} の中間端子、抵抗 R_{b1} と R_{b2} の中間端子B1、抵抗 R_{c1} と R_{c2} の中間端子及び抵抗 R_{d1} と R_{d2} の中間端子C1がある。

【0009】

ここで、各中間端子のうち力学量が印加されていない状態において電位が等しくなる組み合わせの端子として、ゲージ抵抗 R_d における中間端子C1とゲージ抵抗 R_b における中間端子B1との組合せを選び、これら中間端子B1、C1を故障診断出力用端子としている。そして、これら端子B1、C1の間の電位差 V_{out2} を故障診断出力として用いている。

【0010】

このようなセンサのブリッジ回路に基づく検出動作は次のようである。入力信

号 V_{in} がブリッジ回路に入力された状態で、ダイアフラムが力学量を受けて歪んだときに、4 個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ のバランスが崩れる。すると、印加された力学量の大きさに応じて差電圧（出力信号） V_{out1} が変動するため、この V_{out1} を外部回路に取り出すことでセンサ出力が求められ、当該力学量を検出することができる。

【0011】

また、故障検出については、センサ出力用端子となる出力端子 B-C 間の差電圧 V_{out1} と、故障診断出力用端子となる中間端子 B1-C1 間の差電圧 V_{out2} とを比較することで検出可能となる。例えば、各分割ゲージ抵抗の抵抗値が同一である場合、 R_{d1} と R_{d2} との比、 R_{b1} と R_{b2} との比は各々 1 : 1 となるため、正常時では、センサ出力となる差電圧 V_{out1} に対し、故障診断出力となる差電圧 V_{out2} は常に $1/2$ となる。

【0012】

しかし、ダイアフラムに不均一な応力が加わったり、抵抗の断線が生じたりするなどの異常時には、 R_{d1} と R_{d2} との比、あるいは R_{b1} と R_{b2} との比が 1 : 1 でなくなり、センサ出力に対する故障診断出力は $1/2$ ではなくなる。つまり、両出力の大きさの関係が崩れるため、センサの異常を判断することができる。

【0013】

ところで、上記ブリッジ回路においては、センサ出力となる差電圧 V_{out1} と故障診断出力となる差電圧 V_{out2} との双方の出力に、オフセット電圧が存在する。オフセット電圧とは、ダイアフラムに力学量が印加されていない状態で上記両出力に発生する電圧であり、誤差要因となるものである。

【0014】

ブリッジ回路における各分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ の間を接続する配線 H1、H21、……、H10 の配線抵抗がゼロあるいは同一であれば、各分割ゲージ抵抗のパターンや配置で抵抗値が決まり、さらに、この各分割ゲージ抵抗の抵抗値が全て同一であればオフセット電圧は、センサ出力と故障診断出力とでゼロとなる。

【0015】

しかし、実際には、上記図9に示したように、各分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ および各端子A、B、C、D、 B_1 、 C_1 の間に、配線抵抗（ H_1 など）が存在する。そして、これら配線抵抗が互いに同一であれば、オフセット電圧はゼロとできるが、配線パターンレイアウトなどの面から、配線抵抗を同一にすることは困難である。

【0016】

この場合、通常、外付けの抵抗をブリッジ抵抗に接続し、トリミング調整などを行ってオフセット電圧が所望の値になるように外付け抵抗の抵抗値を調整することが考えられる。しかし、外付け抵抗の付加によりセンサ出力と故障診断出力の二つの出力におけるオフセット電圧を調整することは困難である。このことについて、具体的に説明する。

【0017】

図10は、上記図9のブリッジ回路において外付け抵抗を付加した場合を示す等価回路図である。例えば、故障診断出力となる端子 $B_1 - C_1$ 間の出力 V_{out2} におけるオフセット電圧が0であり、センサ出力となる端子 $B - C$ 間の出力 V_{out1} におけるオフセット電圧が0でなく或る値で発生しているとする。

【0018】

このとき、センサ出力用端子 $B、C$ 間の出力 V_{out1} におけるオフセット電圧を0とするために、図10に示すように、当該ブリッジ回路におけるGND側に外付け抵抗 $R_{g1}、R_{g2}$ を設定する。この場合、端子 $A - D$ 間に流れる電流値が変わるため、端子 C を基準としたとき端子 B の電位が変化し、出力 V_{out1} におけるオフセット電圧を0に調整することが可能となる。

【0019】

しかし、外付け抵抗 $R_{g1}、R_{g2}$ を設定することで端子 $A - D$ 間に流れる電流値が変わるということは、同時に、故障診断出力用端子 C_1 を基準としたときに故障診断出力用端子 B_1 の電位も変化することになる。そのため、故障診断出力となる端子 $B_1 - C_1$ 間の出力 V_{out2} においてオフセット電圧が0でなくなってしまう。

【0020】

このことは、図10に示すように、ブリッジ回路における高電位側に外付け抵抗 R_v1 、 R_v2 を設定した場合も同様である。いずれにせよ、一つのブリッジ回路においてセンサ出力および故障診断出力のいずれか一方ならともかく、外付け抵抗によって、二つの出力におけるオフセット電圧を適切に調整して0に近づけることはできない。

【0021】

そこで本発明は上記問題に鑑み、ゲージ抵抗によって形成された一つのブリッジ回路上からセンサ出力および故障診断出力を検出可能としたダイアフラム型の半導体力学量センサにおいて、センサ出力および故障診断出力のそれぞれにおいて適切にオフセット電圧を0に近づくように調整できるようにすることを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、力学量の印加によって歪むダイアフラム(14)を有する半導体基板(10)と、この半導体基板の一面側に形成され、ダイアフラムの歪みにより発生する応力に基づいて抵抗値が変化する4個のゲージ抵抗(R_a 、 R_b 、 R_c 、 R_d)とを備え、これら4個のゲージ抵抗によりブリッジ回路(20)が構成され、このブリッジ回路の2個の midpoint となる配線(H3、H8)からそれぞれ引き出された端子(B、C)をセンサ出力用端子として、これらセンサ出力用端子の間の電位差(V_{out1})をセンサ出力として用いるようにした半導体力学量センサにおいて、次のような特徴を有する。

【0023】

すなわち、4個のゲージ抵抗は、それぞれ複数個に分割された分割ゲージ抵抗(R_{a1} 、 R_{a2} 、 R_{b1} 、 R_{b2} 、 R_{c1} 、 R_{c2} 、 R_{d1} 、 R_{d2})となっており、複数個の分割ゲージ抵抗における分割された間の配線(H2、H4、H7、H9)から引き出された端子のうち力学量が印加されていない状態において電位が等しい組合せの端子(B1、C1)を故障診断出力用端子として、これら

故障診断出力用端子の間の電位差 (V_{out2}) を、故障診断出力として用いるようにしている。

【0024】

さらに、センサ出力用端子 (B、C) の少なくとも一方を、中点となる配線 (H3、H8) における配線抵抗の異なる部分から引き出された複数の端子 (Ba、Bb、Bc、Ca、Cb、Cc) からなるものとし、故障診断出力用端子 (B1、C1) の少なくとも一方を、複数の分割ゲージ抵抗における分割された間の配線 (H2) における配線抵抗の異なる部分から引き出された複数の端子 (B1a、B1b、B1c) からなるものとしている。

【0025】

このような特徴を備えた本発明の半導体力学量センサによれば、センサ出力用端子、故障診断出力用端子のそれぞれにおいて複数の端子の組合せを選択することができる。そして、これら複数の端子の組合せのうちオフセット電圧が最も0に近づくような組合せを、センサ出力、故障診断出力のそれぞれにおいて互いの出力に影響することなく選択することができる。

【0026】

そのため、本発明によれば、センサ出力、故障診断出力のそれぞれにおいて適切にオフセット電圧を0に近づくように調整することができる。

【0027】

ここで、請求項2に記載の発明のように、センサ出力用端子 (B、C) の少なくとも一方を構成する複数の端子 (Ba、Bb、Bc、Ca、Cb、Cc)、および、故障診断出力用端子 (B1、C1) の少なくとも一方を構成する複数の端子 (B1a、B1b、B1c) とは、3個以上の端子であることが好ましい。それにより、オフセット電圧の0点を見出すのが容易となる。

【0028】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。本実施形態は、本発明の半導体力学量センサを半導体圧力センサに具体化したものとして説明する。

【0030】

図1は、本実施形態に係る半導体圧力センサS1の概略平面図、図2は図1に示すセンサS1の概略断面図である。この半導体圧力センサS1は、周知の半導体製造技術を用いて製造することができる。

【0031】

10はシリコン等の半導体よりなる半導体基板であり、本例では、主表面である一面11の面方位が(110)面であるシリコン単結晶基板を用いている。図1の平面図は、この(110)面が示されており、一点鎖線にて示すX軸(第1の軸)、Y軸(第2の軸)はそれぞれ、(001)結晶軸、(110)結晶軸である。

【0032】

図2に示すように、半導体基板10には、その他面12側からエッチング等により凹部13を形成することにより、薄肉部としてのダイアフラム(図1では破線にて図示)14が形成されている。

【0033】

このダイアフラム14は、半導体基板10の一面11側または他面12側から圧力が印加されることにより、歪み可能なものである。本例ではダイアフラム14は平面が略正方形であり、厚さは加工上の誤差範囲を許容しつつ略均一なものである。

【0034】

半導体基板10の一面11側には、ダイアフラム14の歪み応力に基づいて抵抗値が変化する歪みゲージとしての4個のゲージ抵抗R_a、R_b、R_c、R_dが、イオン注入や拡散等の手法により形成されている。

【0035】

これら4個のゲージ抵抗R_a～R_dは、感度の良い(110)結晶軸(Y軸)を利用して後述するブリッジ回路20(後述の図8参照)を構成するために、ダイアフラム14の中心(図1中のX軸とY軸の交点)近傍に配置された2個のゲ

ージ抵抗（中央部ゲージ抵抗） R_a 、 R_d と、これら中央部ゲージ抵抗 R_a 、 R_d よりもダイアフラム14の外周端部近傍に配置された2個のゲージ抵抗（端部ゲージ抵抗） R_b 、 R_c とよりなる。

【0036】

中央部ゲージ抵抗 R_a 、 R_d は、ダイアフラム14の外周端部よりも中心寄りの部位に位置しており、端部ゲージ抵抗 R_b 、 R_c は、中央部ゲージ抵抗 R_a 、 R_d よりもダイアフラム14の中心から離れ外周端部寄りに位置する。本例では、端部ゲージ抵抗 R_b 、 R_c は、ダイアフラム14の外周端部の外側に位置する。

【0037】

そして、中央部ゲージ抵抗 R_a 、 R_d と端部ゲージ抵抗 R_b 、 R_c とでは、圧力が印加されたときのダイアフラム14の応力（引っ張り応力と圧縮応力）の方向が反対であるため、抵抗値変化の方向も反対となるものである。

【0038】

4個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ の各々は折り返し形状をなしており、さらに、それぞれが2分割されて分割ゲージ抵抗 R_{a1} 、 R_{a2} 、 R_{b1} 、 R_{b2} 、 R_{c1} 、 R_{c2} 、 R_{d1} 、 R_{d2} となっている。本例では、これら8個の分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ は同一の抵抗値となっている。

【0039】

また、半導体基板10の一面11側には、各分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ の間を直列に接続して上記ブリッジ回路20を構成するための配線 $H_1 \sim H_{10}$ が形成されている。この各分割ゲージ抵抗の間の配線 $H_1 \sim H_{10}$ をゲージ配線ということとする。なお、このゲージ配線 $H_1 \sim H_{10}$ は、図1では、識別のため斜線ハッチングを施してある。

【0040】

また、各ゲージ配線 $H_1 \sim H_{10}$ には、直接若しくは引き出し配線15を介して、アルミなどからなるパッド16が導通されている。パッド16は上記ブリッジ回路20の入力端子や出力端子となるものであり、図示しない外部回路とボンディングワイヤなどにより電氣的に接続される。

【0041】

これら分割ゲージ抵抗、ゲージ配線H1～H10および引き出し配線15は、イオン注入や拡散等により形成されている。また、上記各配線とパッド16との導通は、半導体プロセスにより形成されるコンタクトホールとしてのコンタクト部17を介して行われている。なお、コンタクト部17は、図1中、四角の中にクロス印を入れた図形で示してある。

【0042】

[ゲージ配線付近の詳細構成]

ここで、ゲージ配線およびその周辺のパッド16などについて、図3～図7を参照してさらに詳細に述べる。図3は図1中の中央部周辺部分の拡大図であり、ダイアフラム14は省略してある。

【0043】

また、図4は分割ゲージ抵抗R_{a2}とR_{b1}との間のゲージ配線H3付近、図5は分割ゲージ抵抗R_{b1}とR_{b2}との間のゲージ配線H2付近、図6は分割ゲージ抵抗R_{c2}とR_{d1}との間のゲージ配線H8付近、図7は分割ゲージ抵抗R_{c1}とR_{c2}との間のゲージ配線H7付近の拡大図である。

【0044】

本実施形態では、大きくは4個のゲージ抵抗R_a～R_dにて上記ブリッジ回路が構成されており、ゲージ配線H1～H10は、当該ブリッジ回路の midpoint となる配線H1、H3、H5、H6、H8、H10と、4個のゲージ抵抗の各々をさらに分割してできた分割ゲージ抵抗における分割された間の配線H2、H4、H7、H9とからなる。

【0045】

図3に示すように、ゲージ配線H5およびH6については、それぞれ直接パッド16(A)が形成されており、ゲージ配線H1およびH10についても、それぞれ直接パッド16(D)が形成されている。ここで、後述するように、パッド16(A)、16(D)はブリッジ回路20における入力端子である。

【0046】

また、図3に示すように、ゲージ配線H4およびH9においては、1個の引き

出し配線 1 5 が引き出されており、この引き出し配線 1 5 を介してそれぞれパッド 1 6 (C 1')、1 6 (C 1) が接続されている。ここで、後述するように、パッド 1 6 (C 1')、1 6 (C 1) はブリッジ回路 2 0 における故障診断出力用端子である。

【 0 0 4 7 】

そして、図 3 に示すように、ゲージ配線 H 4 および H 9 は、図 3 中、一点鎖線 (X 軸と一致している) で示す引き出し配線 1 5 の中心軸を境界として、それぞれ 2 個の分割配線部 H 4 1 および H 4 2、H 9 1 および H 9 2 に分割された形となっている。

【 0 0 4 8 】

図 4 に示すゲージ配線 H 3 においては、配線抵抗の異なる部分から 3 個の引き出し配線 1 5 が引き出されており、各引き出し配線 1 5 に対してパッド 1 6 (B a)、1 6 (B b)、1 6 (B c) が設けられている。なお、これら 3 つのパッド 1 6 (B a)、1 6 (B b)、1 6 (B c) は、まとめてセンサ出力用端子の一つ、すなわちパッド 1 6 (B) として構成されており、上記図 3 では符号 1 6 (B) として示されている。

【 0 0 4 9 】

そして、図 4 に示すように、これら 3 個のパッド 1 6 (B) に対応して、当該ゲージ配線 H 3 は 4 個の分割配線部 H 3 1、H 3 2、H 3 3、H 3 4 に分割された形となっている。これら 4 個の分割配線部 H 3 1 ~ H 3 4 の境界は、図 4 中、一点鎖線で示す各引き出し配線 1 5 の中心軸にて区画される。

【 0 0 5 0 】

図 5 に示すゲージ配線 H 2 においては、配線抵抗の異なる部分から 3 個の引き出し配線 1 5 が引き出されており、各引き出し配線 1 5 に対してパッド 1 6 (B 1 a)、1 6 (B 1 b)、1 6 (B 1 c) が設けられている。なお、これら 3 つのパッド 1 6 (B 1 a)、1 6 (B 1 b)、1 6 (B 1 c) は、まとめて故障診断出力用端子の一つ、すなわちパッド 1 6 (B 1) として構成されており、上記図 3 では符号 1 6 (B 1) として示されている。

【 0 0 5 1 】

そして、図5に示すように、これら3個のパッド16（B1）に対応して、当該ゲージ配線H2は2個の分割配線部H21、H22に分割された形となっている。これら2個の分割配線部H21、H22の境界は、図5中、一点鎖線で示す各引き出し配線15の中心軸にて区画される。

【0052】

図6に示すゲージ配線H8においては、配線抵抗の異なる部分から3個の引き出し配線15が引き出されており、各引き出し配線15に対してパッド16（Ca）、16（Cb）、16（Cc）が設けられている。なお、これら3つのパッド16（Ca）、16（Cb）、16（Cc）は、まとめてセンサ出力用端子の一つ、すなわちパッド16（C）として構成されており、上記図3では符号16（C）として示されている。

【0053】

そして、図6に示すように、これら3個のパッド16（C）に対応して、当該ゲージ配線H8は4個の分割配線部H81、H82、H83、H84に分割された形となっている。これら4個の分割配線部H81～H84の境界は、図6中、一点鎖線で示す各引き出し配線15の中心軸にて区画される。

【0054】

図7に示すゲージ配線H7においては、配線抵抗の異なる部分から3個の引き出し配線15が引き出されており、各引き出し配線15に対してパッド16（B1a'）、16（B1b'）、16（B1c'）が設けられている。なお、これら3つのパッド16（B1a'）、16（B1b'）、16（B1c'）は、まとめて故障診断出力用端子の一つ、すなわちパッド16（B1'）として構成されており、上記図3では符号16（B1'）として示されている。

【0055】

そして、図7に示すように、これら3個のパッド16（B1'）に対応して、当該ゲージ配線H7は2個の分割配線部H71、H72に分割された形となっている。これら2個の分割配線部H71、H72の境界は、図7中、一点鎖線で示す各引き出し配線15の中心軸にて区画される。

【0056】

[ブリッジ回路の詳細構成]

このようなブリッジ回路20について、図8に示す等価回路図を参照してさらに詳細に述べる。図8は、上記4個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ （8個の分割ゲージ抵抗）により構成された上記ブリッジ回路20においてゲージ配線の配線抵抗を含んだ構成を示す等価回路図である。

【0057】

このブリッジ回路20は、大きくは4つのゲージ抵抗 R_a （ R_{a1} と R_{a2} ）、 R_b （ R_{b1} と R_{b2} ）、 R_c （ R_{c1} と R_{c2} ）、 R_d （ R_{d1} と R_{d2} ）を有し、これらゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ が互いに直列接続されて4辺形の閉回路を形成してなるホイートストンブリッジで構成されている。

【0058】

なお、上述したように、図8に示す各端子A、B、C、D、B1、C1、に対応するパッド16には、上記図3～図7中、符号16の後に括弧付きで、16（A）、16（B1）、……、というように示してある。

【0059】

ここで、上記図3に示すように、入力端子であるパッド16（A）および16（D）は2個あるが、これら入力端子である2個のパッドは共通の配線にて電気的に接続され、上記外部回路へ接続されるようになっている。一方、出力端子であるパッド16（B）、16（B1）、16（B1'）はそれぞれ3個あるが、これらは3個の内の1個から選択されたものが、上記外部回路へ接続されるようになっている。

【0060】

図8に示すブリッジ回路20において相対する中点を構成する配線H1、H3、H5、H6、H8、H10から引き出された端子A、B、C、Dを、本例ではそれぞれ、入力電圧（入力信号） V_{in} を入力するための入力端子A、Dと、センサ出力となる差電圧（出力信号） V_{out1} を発生させるための出力端子B、Cとした構成としている。ここでは、入力端子Aが電源側（第1の電位点）、入力端子DがGND側（第2の電位点）としている。

【0061】

このブリッジ回路20において、上述したように、各ゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ はそれぞれ2個の分割ゲージ抵抗に等分割されている。すなわち、入力端子Aと出力端子Bとの間に配置されたゲージ抵抗 R_a は分割ゲージ抵抗 R_{a1} と R_{a2} に、出力端子Bと入力端子Dとの間に配置されたゲージ抵抗 R_b は分割ゲージ抵抗 R_{b1} と R_{b2} に、入力端子Aと出力端子Cとの間に配置されたゲージ抵抗 R_c は分割ゲージ抵抗 R_{c1} と R_{c2} に、出力端子Cと入力端子Dとの間に配置されたゲージ抵抗 R_d は分割ゲージ抵抗 R_{d1} と R_{d2} に、それぞれ分割されている。

【0062】

また、上述したが、中央部ゲージ抵抗 R_a 、 R_d における各分割ゲージ抵抗 R_{a1} 、 R_{a2} 、 R_{d1} 、 R_{d2} と、端部ゲージ抵抗 R_b 、 R_c における分割ゲージ抵抗 R_{b1} 、 R_{b2} 、 R_{c1} 、 R_{c2} とは、抵抗値変化の方向が互いに反対方向となっている。

【0063】

また、図8からわかるように、各分割ゲージ抵抗における分割された間の配線H2、H4、H7、H9から引き出された中間端子としては、抵抗 R_{a1} と R_{a2} の中間端子C1'、抵抗 R_{b1} と R_{b2} の中間端子B1、抵抗 R_{c1} と R_{c2} の中間端子B1'及び抵抗 R_{d1} と R_{d2} の中間端子C1がある。

【0064】

本例では、図8に示すように、各中間端子のうちの任意の2個を組み合わせた場合、圧力が印加されていない状態において電位が等しくなる組み合わせとして、ゲージ抵抗 R_d における中間端子C1とゲージ抵抗 R_b における中間端子B1との組合せを選び、これら中間端子B1、C1を故障診断出力用端子としている。そして、これら端子B1、C1の間の電位差 V_{out2} を故障診断出力として用いている。

【0065】

具体的には、中間端子B1の電位と中間端子C1の電位との差電圧 V_{out2} が、上記外部回路に設けられたアンプ（増幅回路）によって増幅され、このアンプの出力電位が故障診断用（検査用）出力として用いられている。

【0066】

〔本実施形態の主特徴点〕

以上、上記図3～図8を参照して述べてきた本実施形態の主特徴点をまとめておく。

【0067】

まず、4個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ により構成されたブリッジ回路20の2個の中点となる配線H3、H8からそれぞれ引き出された端子B（すなわちパッド16（B））および端子C（すなわちパッド16（C））をセンサ出力用端子として、これらセンサ出力用端子B、Cの間の電位差 V_{out1} をセンサ出力として用いる。

【0068】

また、4個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ は、それぞれ複数個に分割された分割ゲージ抵抗 R_{a1} 、 R_{a2} 、 R_{b1} 、 R_{b2} 、 R_{c1} 、 R_{c2} 、 R_{d1} 、 R_{d2} となっている。

【0069】

これら分割ゲージ抵抗における分割された間の配線H2、H4、H7、H9から引き出された中間端子のうち圧力が印加されていない状態において電位が等しい組合せの端子B1（すなわちパッド16（B1））および端子C1（すなわちパッド16（C1））を故障診断出力用端子として、これら故障診断出力用端子B1、C1の間の電位差 V_{out2} を故障診断出力として用いるようにしている。

【0070】

さらに、センサ出力用端子B、Cを、中点となる配線H3、H8における配線抵抗の異なる部分から引き出された複数（本例では3個）の端子Ba、Bb、Bc、Ca、Cb、Ccからなるものとしている。

【0071】

また、故障診断出力用端子B1、C1の一方の端子B1を、分割ゲージ抵抗における分割された間のゲージ配線H2における配線抵抗の異なる部分から引き出された複数（本例では3個）の端子B1a、B1b、B1cからなるものとして

いる。

【0072】

[検出動作]

次に、上記図8に基づき本センサS1の検出動作について述べる。上述したように、本センサS1では、1個の入力信号 V_{in} に対し、出力電圧 V_{out1} 、 V_{out2} を2系統持っており、センサ出力用端子B、Cと、それを監視する故障診断出力用端子B1、C1との2系統の出力端子が存在する。

【0073】

入力信号 V_{in} がブリッジ回路20に入力された状態で、ダイアフラム14が圧力を受けて歪んだときに、4個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ のバランスが崩れ、印加圧力の大きさに応じて差電圧（出力信号） V_{out1} が変動する。そのため、この V_{out1} を外部回路に取り出すことでセンサ出力は求められ、圧力を検出することができる。

【0074】

また、故障検出については、センサ出力用端子B-C間の差電圧 V_{out1} と、故障診断出力用端子B1-C1間の差電圧 V_{out2} とを比較することで検出可能となる。

【0075】

本例では、各分割ゲージ抵抗の抵抗値は同一であり、 R_{d1} と R_{d2} との比、 R_{b1} と R_{b2} との比は各々1:1となるため、正常時では、センサ出力となる差電圧 V_{out1} に対し、故障診断出力となる差電圧 V_{out2} は常に1/2となる。

【0076】

しかし、ダイアフラム14に不均一な応力が加わったり、抵抗の断線が生じたりなどの異常時には、 R_{d1} と R_{d2} との比、あるいは R_{b1} と R_{b2} との比が1:1でなくなり、センサ出力に対する故障診断出力は1/2ではなくなる。つまり、上記のような V_{out2} と V_{out1} との関係が崩れる。こうして、センサS1の異常を判断することができる。

【0077】

ちなみに、もし、故障診断出力 V_{out2} が無く、センサ出力 V_{out1} のみであると、例えばセンサ出力 V_{out1} が 0 になった場合、ダイアフラムの破損か、ゲージ抵抗の異常か、外部回路の故障か、あるいは実際に圧力が 0 なのか、判断できない。

【0078】

それに対して、例えば、センサ出力 V_{out1} が 0 になった場合でも、故障診断出力 V_{out2} が正常であれば、圧力が 0 ではないし、外部回路の故障でもなく、ダイアフラムまたはゲージ抵抗の異常であるとわかる。また、故障診断出力 V_{out2} も 0 であれば、外部回路の故障または実際に圧力が 0 であるとわかる。

【0079】

このように、本実施形態によれば、センシング用のブリッジ回路 20 を構成する 4 個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ を、それぞれ 2 つの分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ に分割し、8 個の分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ の中間端子のうち圧力が印加されていない状態において電位が等しい組合せの中間端子 B1、C1 における電位差 V_{out2} を故障診断出力として用いることにより、1 つのブリッジ回路によりセンシングと故障診断とを行うことができる。

【0080】

[オフセット電圧の調整]

ところで、上記ブリッジ回路 20 においては、センサ出力となる差電圧 V_{out1} と故障診断出力となる差電圧 V_{out2} との双方の出力に、オフセット電圧が存在する。

【0081】

上述したように、オフセット電圧とは、ダイアフラム 14 に圧力が印加されていない状態で、上記両出力に発生する電圧であり、誤差要因となるものである。ブリッジ回路 20 における各分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ の間を接続する配線の配線抵抗がゼロあるいは同一であれば、オフセット電圧は発生せず、理想的であるが、実際には、配線抵抗が存在する。

【0082】

その点、本実施形態では、センサ出力用端子B、Cを、上記した複数（本例では3個）の端子B a、B b、B c、C a、C b、C cからなるものとし、故障診断出力用端子B 1、C 1の一方の端子B 1を、上記した複数（本例では3個）の端子B 1 a、B 1 b、B 1 cからなるものとしているため、センサ出力用端子、故障診断出力用端子のそれぞれにおいて複数個の端子の組合せを選択することができる。

【0083】

そして、これら複数個の端子の組合せのうちオフセット電圧が最も0に近づくような組合せを、センサ出力、故障診断出力のそれぞれにおいて互いの出力に影響することなく選択すれば、それぞれの出力において適切にオフセット電圧を0に近づくように調整することができる。

【0084】

このことについて具体的に述べる。例えば、故障診断出力となる端子B 1-C 1間の出力V out 2におけるオフセット電圧が0であり、センサ出力となる端子B-C間の出力V out 1におけるオフセット電圧が0でなく或る値で発生しているとする。また、センサ出力用端子B bとC bが選択されているとする。

【0085】

このとき、センサ出力用端子C（C a、C b、C c）側はC bのまま固定し、センサ出力用端子B側において端子をB bからB aまたはB cに変更することで、センサ出力のオフセット電圧を調整することを考える。

【0086】

これは、センサ出力用端子Bに関わる図4を参照すると、具体的には、パッド16（B）側においてパッド16（B b）から16（B a）または16（B c）に変更することである。ここで、図4中には、4個の分割配線部H 3 1～H 3 4の配線長L 1、L 2、L 3、L 4および配線幅W 1が示されている。また、配線のシート抵抗を ρ_s とする。

【0087】

センサ出力用端子B側において端子をB bからB aに変更した場合、変更前の端子B bでの出力に対し、変更後の端子B aでの出力は、 $\rho_s \cdot (L 2 / W 1)$

の分だけ電圧が上昇した出力となる。一方、センサ出力用端子B側において端子をB bからB cに変更した場合、変更前の端子B bでの出力に対し、変更後の端子B cでの出力は、 $\rho s \cdot (L3/W1)$ の分だけ電圧が降下した出力となる。

【0088】

このように、センサ出力におけるオフセット電圧を調整するために、センサ出力用端子B側において端子をB bからB aまたはB cに変更すれば、例えば、当該オフセット電圧は、 $\rho s \cdot (L2/W1)$ または $\rho s \cdot (L3/W1)$ の電圧分変化することとなる。

【0089】

そして、このようにセンサ出力用端子Bにおいて、端子の変更を行っても、入力端子A-D間の全抵抗は変わらないため、当該A-D間に流れる電流値も変化しない。そのため、このセンサ出力用端子Bにおける端子変更の影響は、故障診断出力用端子（中間端子）B 1の電位には及ばず、当該B 1の電位は変化しない。

【0090】

このことは、センサ出力用端子C側において、選択される端子を変更しても同様である。そのため、センサ出力用端子B、Cの組合せを適宜選択すれば、センサ出力におけるオフセット電圧を、所望の値に調整でき極力0に近づけることも可能である。

【0091】

このようなセンサ出力におけるオフセット調整と同様のことが、故障診断出力のオフセット調整についても言える。例えば、センサ出力となる端子B-C間の出力Vout 1におけるオフセット電圧が0であり、故障診断出力となる端子B 1-C 1間の出力Vout 2におけるオフセット電圧が0でなく或る値で発生しているとする。

【0092】

また、故障診断出力用端子B 1 bとC 1が選択されているとし、このとき、故障診断出力用端子B 1において端子をB 1 bからB 1 aまたはB 1 cに変更することで故障診断出力のオフセット電圧を調整することを考える。

【0093】

これは、故障診断出力用端子B1に関わる図5を参照すると、具体的には、パッド16 (B1) においてパッド16 (B1b) から16 (B1a) または16 (B1c) に変更することである。ここで、図5中には、2個の分割配線部H21、H22の配線長L5、L6および配線幅W2が示されている。また、配線のシート抵抗を ρ_s とする。

【0094】

故障診断出力用端子B1において端子をB1bからB1aに変更した場合、変更前の端子B1bでの出力に対し、変更後の端子B1aでの出力は、 $\rho_s \cdot (L5/W2)$ の分だけ電圧が上昇した出力となる。一方、端子をB1bからB1cに変更した場合、変更前の端子B1bでの出力に対し、変更後の端子B1cでの出力は、 $\rho_s \cdot (L6/W2)$ の分だけ電圧が降下した出力となる。

【0095】

このように、故障診断出力におけるオフセット電圧を調整するために、故障診断出力用端子B1において端子をB1bからB1aまたはB1cに変更すれば、例えば、当該オフセット電圧は、 $\rho_s \cdot (L5/W2)$ または $\rho_s \cdot (L6/W2)$ の電圧分変化することとなる。

【0096】

そして、このように故障診断出力用端子B1において、端子の変更を行っても、上記と同様、入力端子A-D間の全抵抗は変わらないため、当該A-D間に流れる電流値も変化しない。そのため、この故障診断出力用端子B1における端子変更の影響は、センサ出力用端子Bの電位には及ばず、当該Bの電位は変化しない。

【0097】

そのため、故障診断出力端子B、Cの組合せを適宜選択すれば、故障診断出力におけるオフセット電圧を、所望の値に調整でき極力0に近づけることも可能である。

【0098】

なお、上記の端子の変更は、例えば、あらかじめ検査などを行い、所望のオフ

セット調整がなされた端子の組合せを選択した後、ワイヤボンディングなどにより、この選択された端子と外部回路を接続するようにすればよい。

【0099】

なお、上記例では、センサ出力用端子B、Cおよび故障診断出力用端子B1を3個の端子から構成したが、2個あるいは4個以上であってもよい。ただし、3個以上であれば、端子変更によるオフセット電圧の変化が線形であるか非線形であるかの判別を容易にできる。このことは、オフセット電圧の0点を見出しやすくなる。

【0100】

また、本実施形態においては、2個の中間端子間の差電圧を故障診断出力として用いることができるが、その2個の中間端子の組合せは、圧力が印加されていない状態において電位が等しくなる組み合わせであれば任意である。

【0101】

そこで、図8に示すように、本センサS1においては、分割ゲージ抵抗Ra1とRa2との間のゲージ配線H4から引き出された中間端子C1'と、分割ゲージ抵抗Rc1とRc2との間のゲージ配線H7から引き出された中間端子B1'とを故障診断出力用端子として用いることもできる。

【0102】

そして、これら故障診断出力用端子B1'、C1'間の差電圧Vout2'を故障診断出力として同様に故障検出できることは言うまでもない。また、この故障診断出力用端子B1'、C1'において端子B1'を構成する3個の端子B1a'、B1b'、B1c'にて端子変更を行えば、上記同様、故障診断出力におけるオフセット電圧の調整が可能である。

【0103】

また、オフセット電圧の調整は、オフセット電圧を0に極力近づけること以外にも、回路側の要望などによっては、オフセット電圧をある程度大きな値に調整して、使用することもある。そのような場合に対しても本実施形態は適用可能である。

【0104】

(他の実施形態)

なお、上記実施形態では、故障診断出力B1、C1において端子B1の方のみ、また、故障診断出力B1'、C1'において一方の端子B1'の方のみ複数個の端子からなるものとしていたが、他方の端子C1、C1'の方も複数個の端子からなるものにしてよいことはもちろんである。

【0105】

また、上記実施形態では、4個のゲージ抵抗Ra～Rdを、それぞれ2つの分割ゲージ抵抗に分割したが、各ゲージ抵抗Ra～Rdの分割数は、3個、4個以上でも良い。3個以上の場合でも、複数個の分割ゲージ抵抗における分割された間を結ぶ端子のうち力学量が印加されていない状態において電位が等しい組合せの端子を故障診断出力用端子として、当該端子間における電位差を故障診断出力として用いれば良い。

【0106】

また、本発明は、中空筒状の金属ステムの一端側に閉塞された薄肉部を形成し、他端側に開口部を形成し、該薄肉部上に半導体基板を搭載した半導体圧力センサにも適用可能である。このセンサは、金属ステムの開口部から導入される圧力によって薄肉部が歪み、その薄肉部の歪みを受けて半導体基板自体がダイアフラムとして歪むものである。

【0107】

また、本発明は、加速度が加わった場合の衝撃によってダイアフラムが歪み、その歪み応力をゲージ抵抗にて検出するようにした加速度センサに対しても適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る半導体圧力センサを示す概略平面図である。

【図2】

図1に示す半導体圧力センサの概略断面図である。

【図3】

図1の部分拡大図である。

【図 4】

図 1 中の分割ゲージ抵抗の間のゲージ配線付近の拡大図である。

【図 5】

図 1 中の分割ゲージ抵抗の間のゲージ配線付近の拡大図である。

【図 6】

図 1 中の分割ゲージ抵抗の間のゲージ配線付近の拡大図である。

【図 7】

図 1 中の分割ゲージ抵抗の間のゲージ配線付近の拡大図である。

【図 8】

図 1 に示すセンサにおけるブリッジ回路を示す等価回路図である。

【図 9】

本出願人の先願にて提案された半導体力学量センサのブリッジ回路の等価回路図である。

【図 1 0】

図 9 に示すブリッジ回路において外付け抵抗を設けた構成を示す等価回路図である。

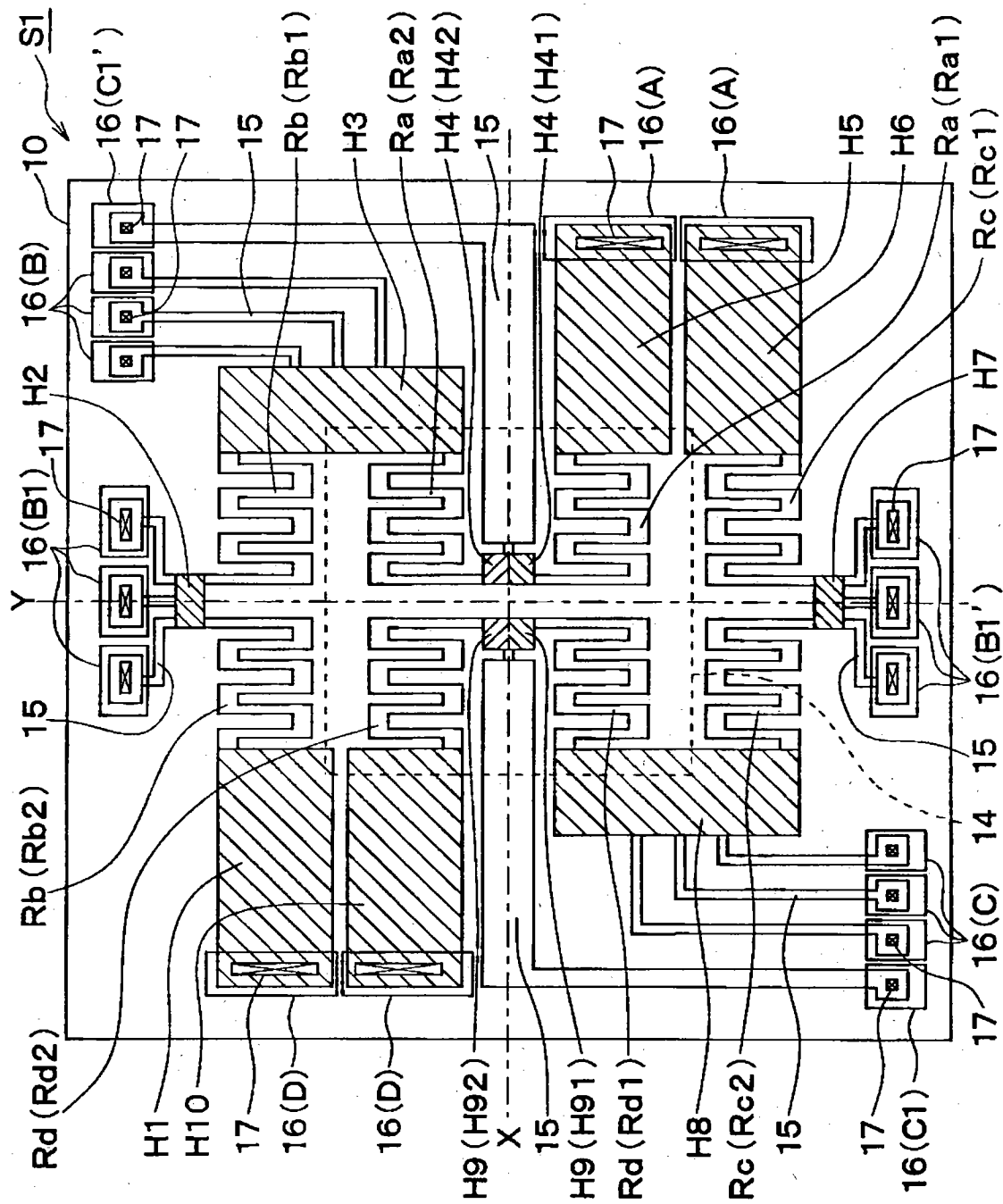
【符号の説明】

1 0 … 半導体基板、1 4 … ダイアフラム、2 0 … ブリッジ回路、A … 入力端子、B、C … センサ出力用端子、D … 入力端子、B 1、C 1 … 故障診断出力用端子、B a、B b、B c、C a、C b、C c … センサ出力用端子における複数の端子、B 1 a、B 1 b、B 1 c … 故障診断出力用端子における複数の端子、R a、R b、R c、R d … ゲージ抵抗、R a 1、R a 2、R b 1、R b 2、R c 1、R c 2、R d 1、R d 2 … 分割ゲージ抵抗、V o u t 1 … センサ出力に用いられる差電圧、V o u t 2 … 故障診断出力に用いられる差電圧、H 1 ～ H 1 0 … ブリッジ回路における各ゲージ抵抗間の配線。

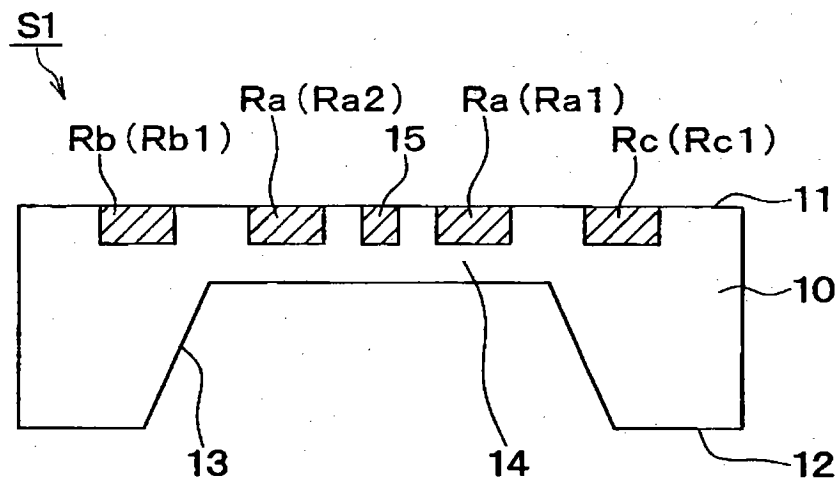
【書類名】

図面

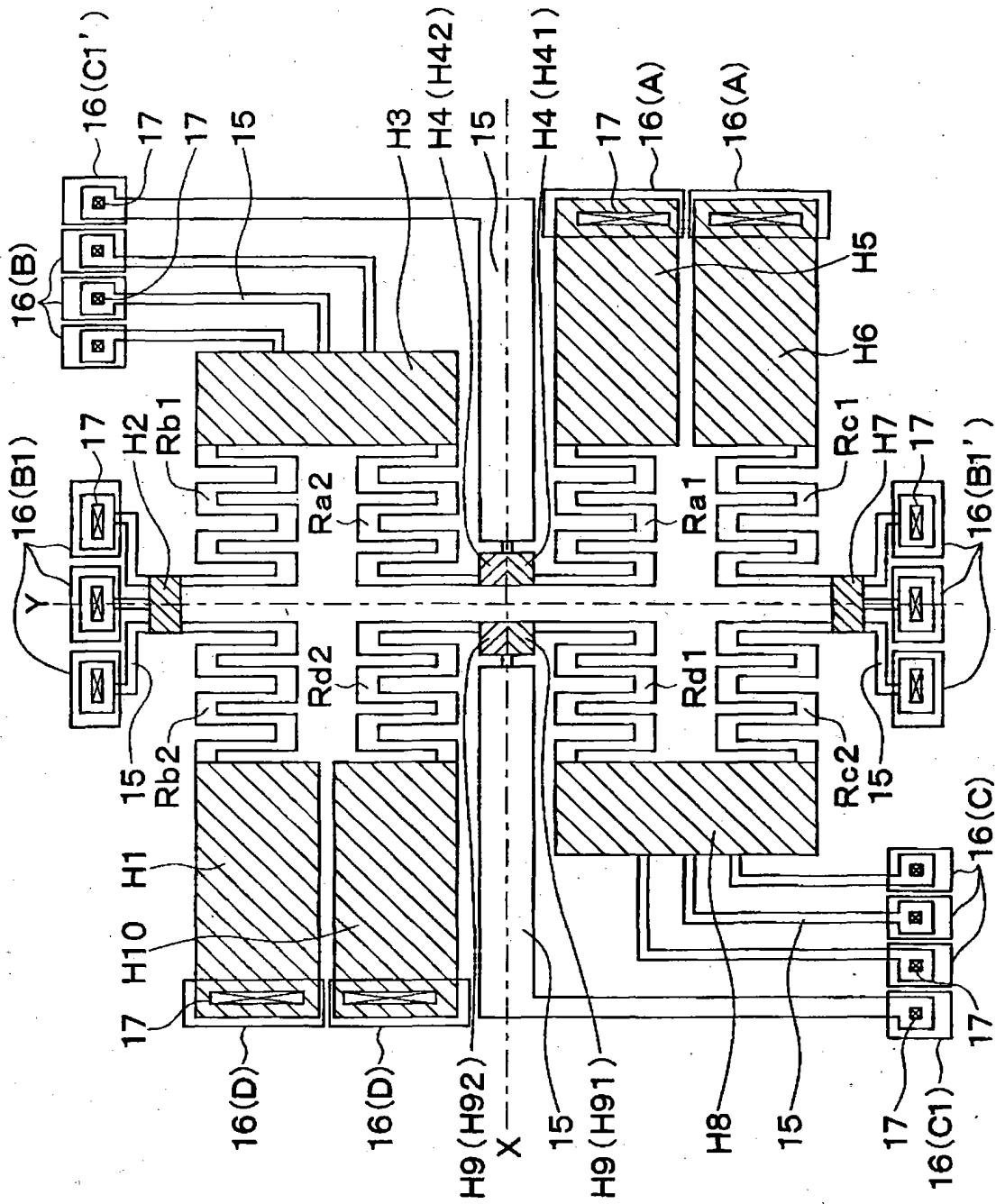
【図 1】



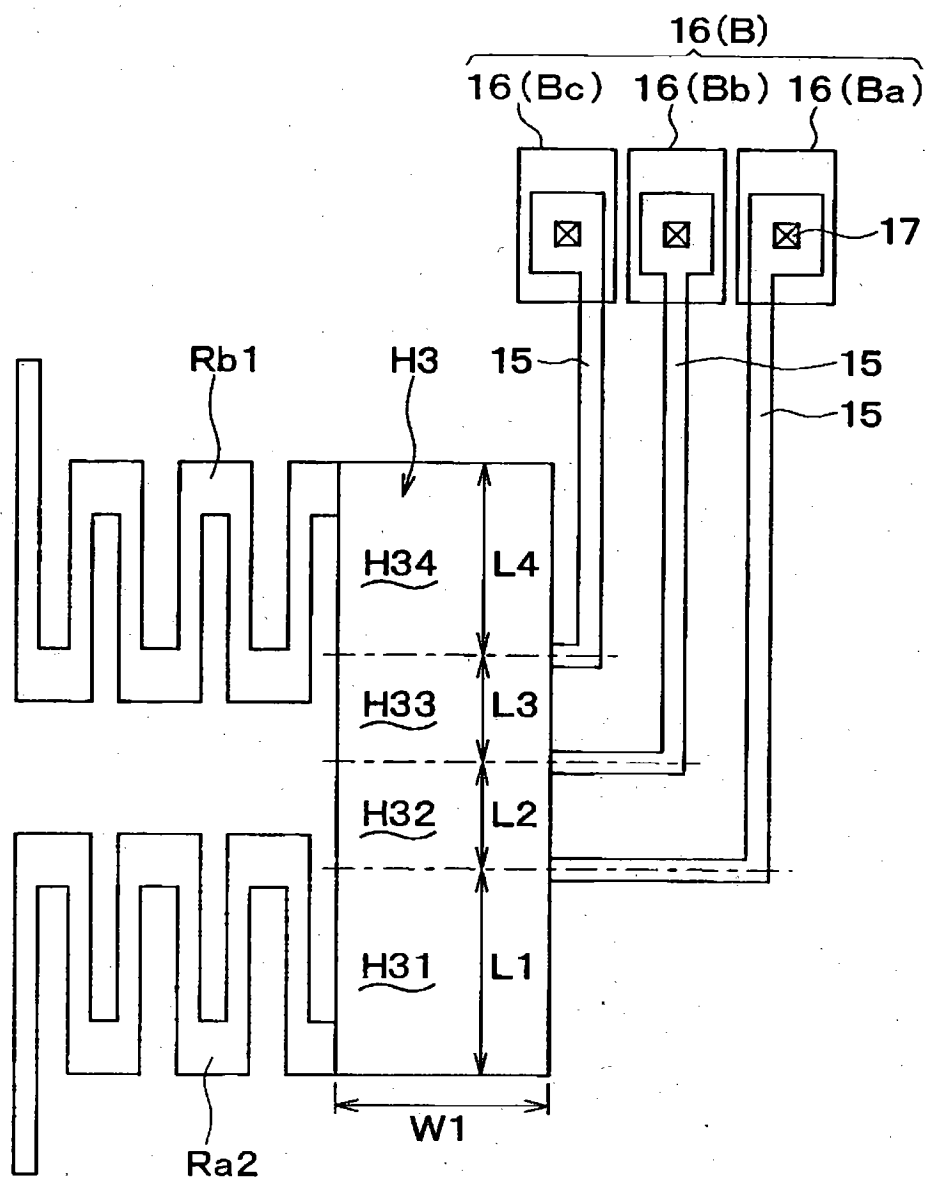
【図2】



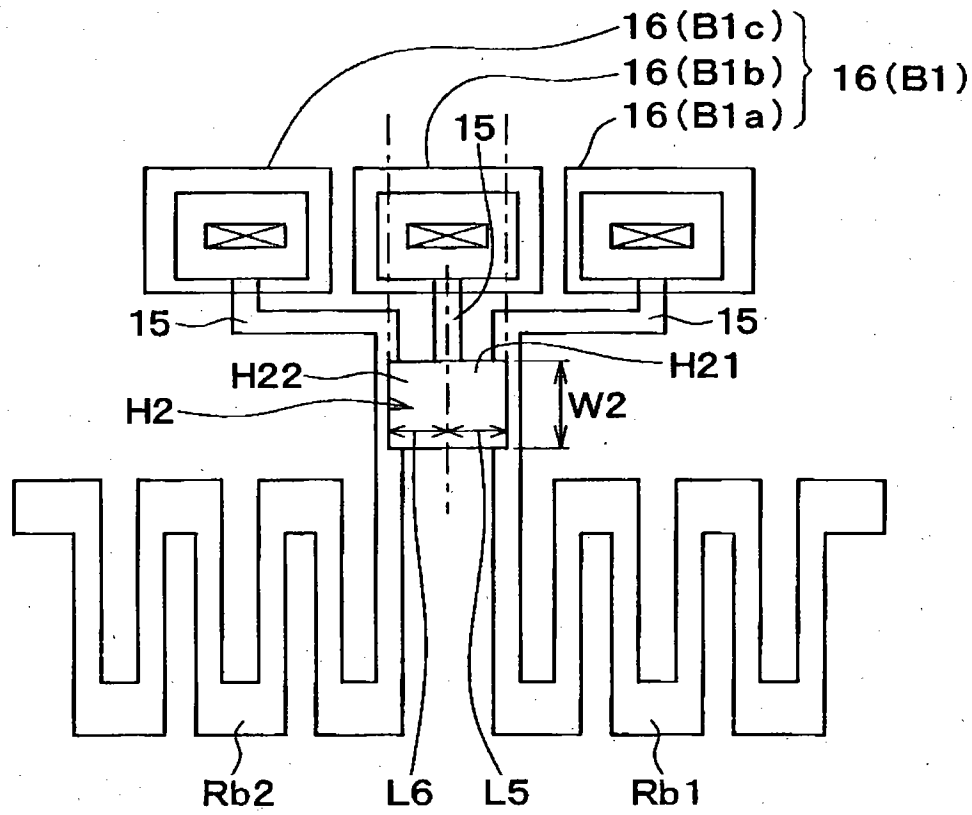
【図 3】



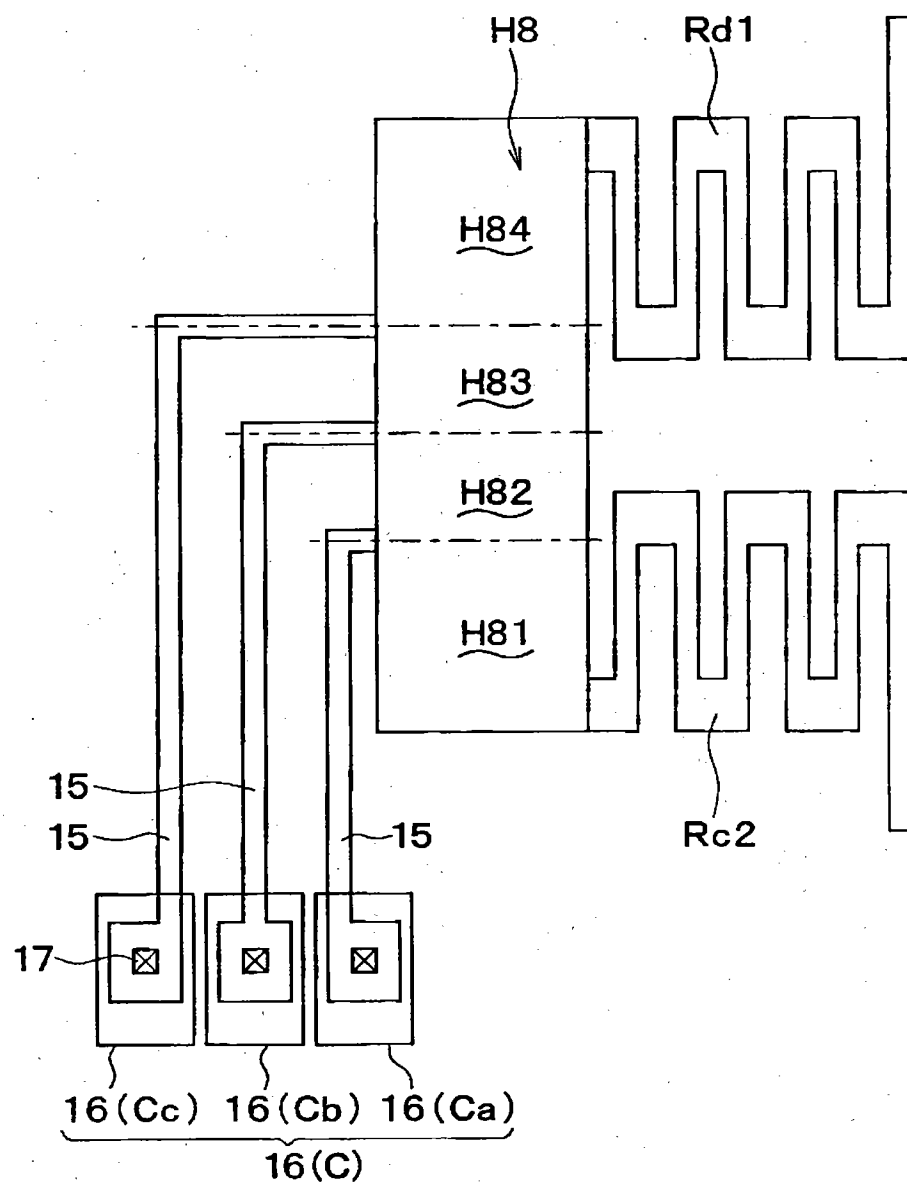
【図 4】



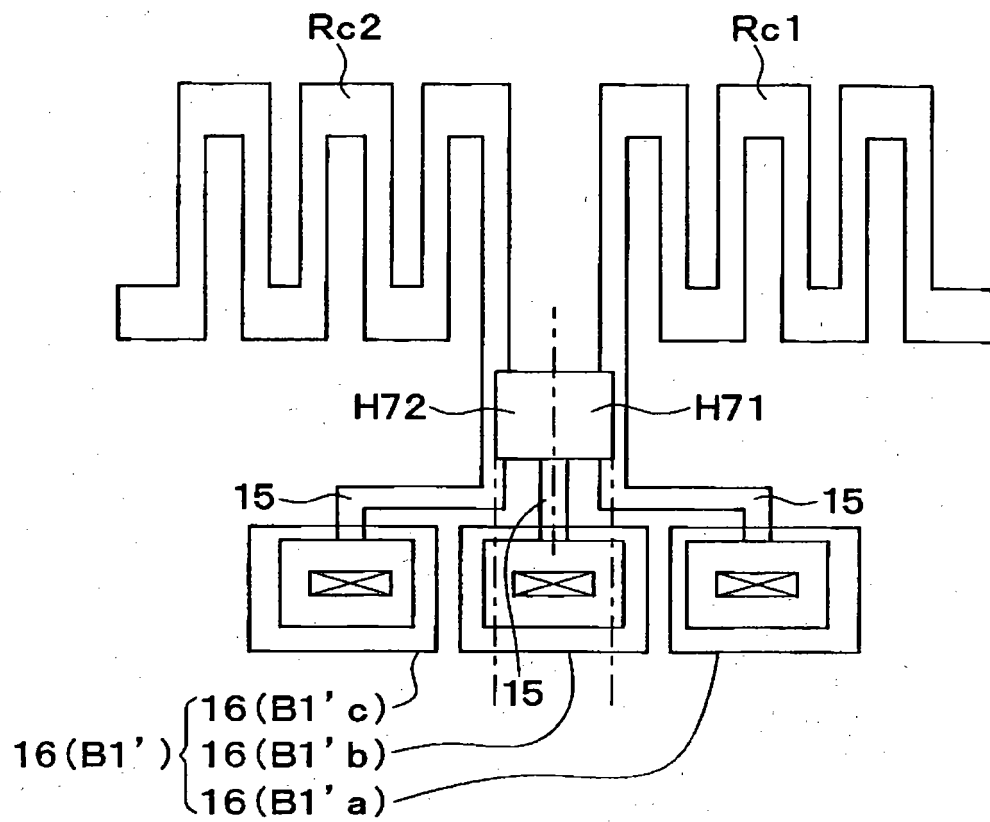
【図 5】



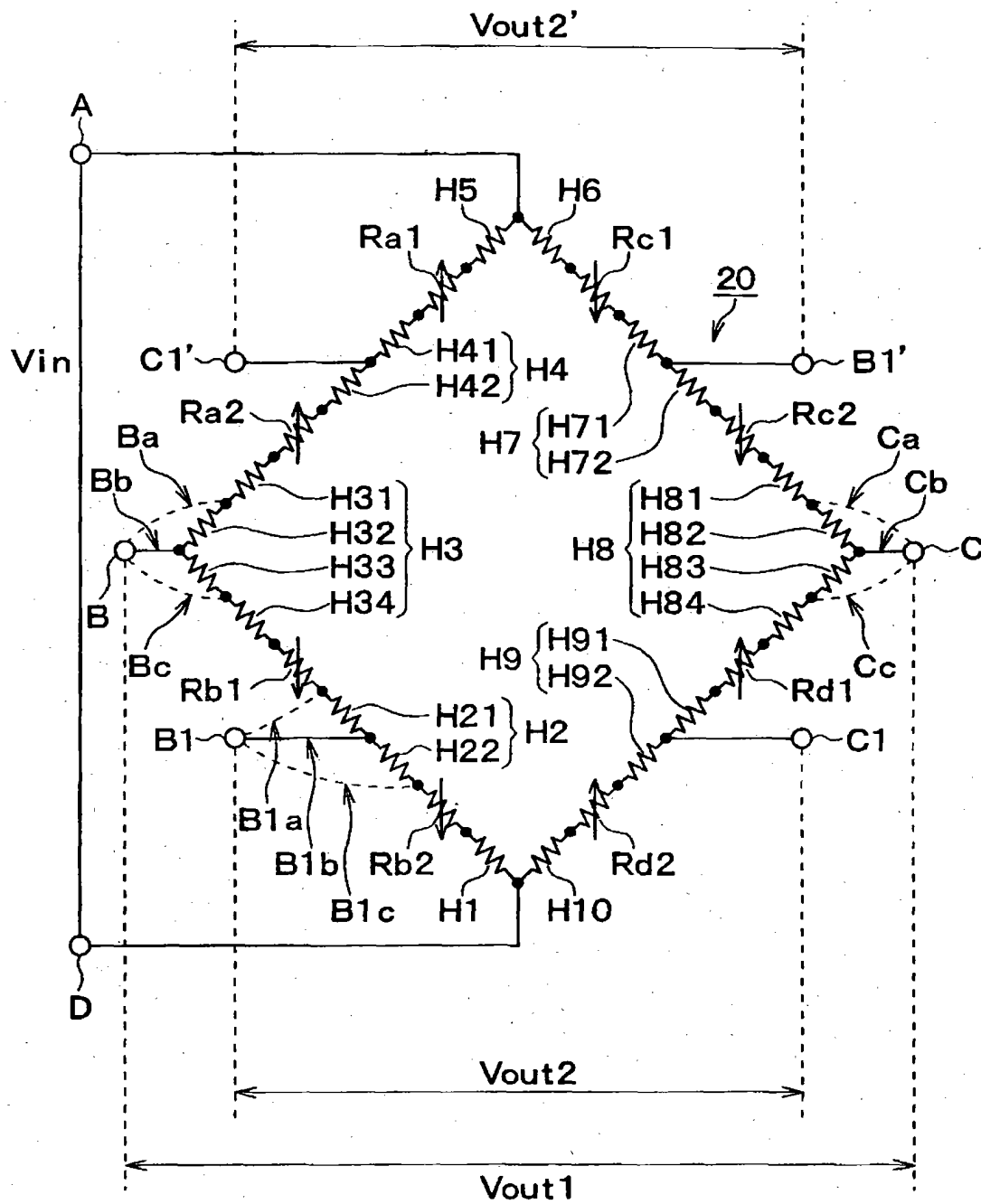
【図 6】



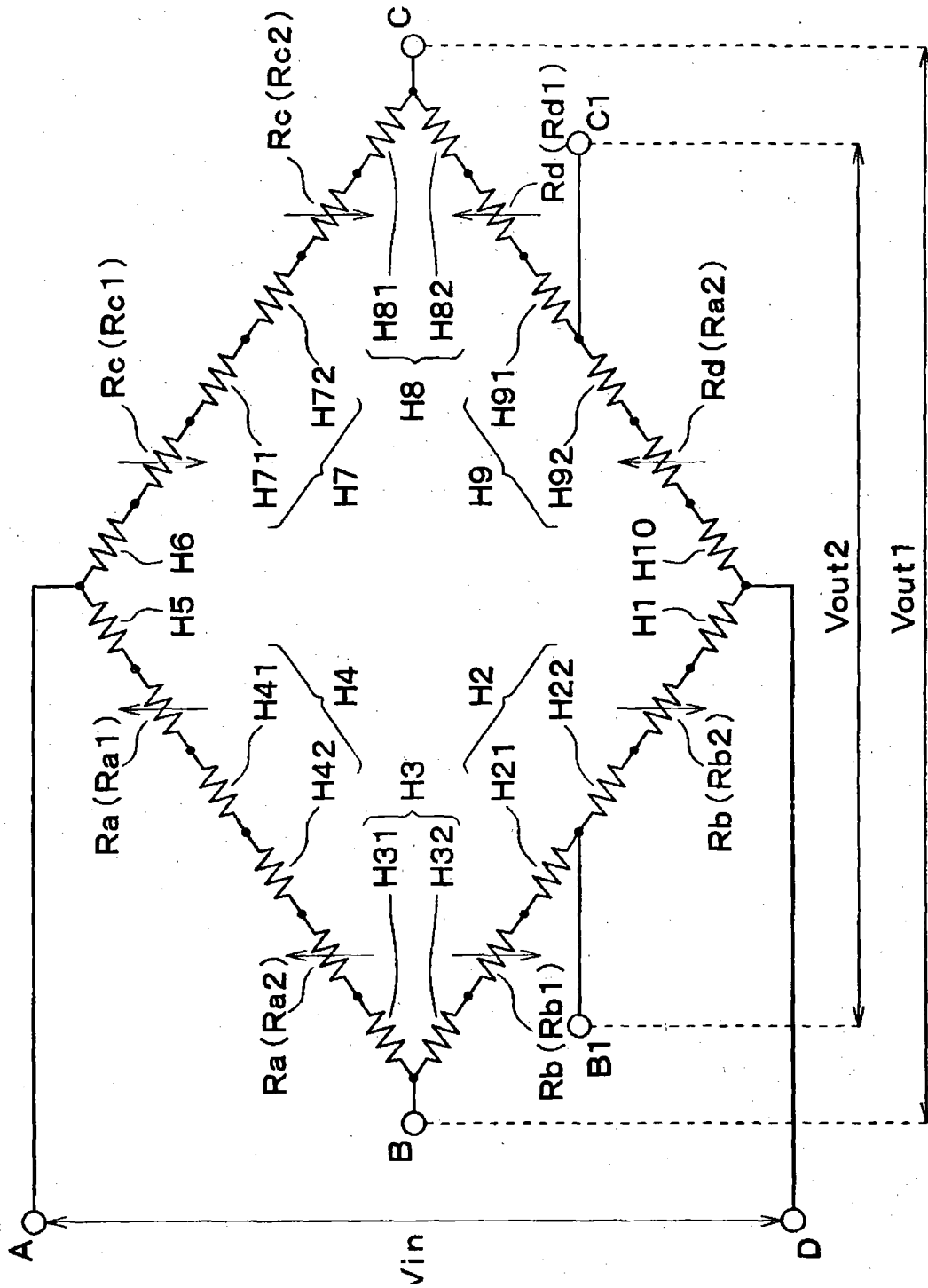
【図7】



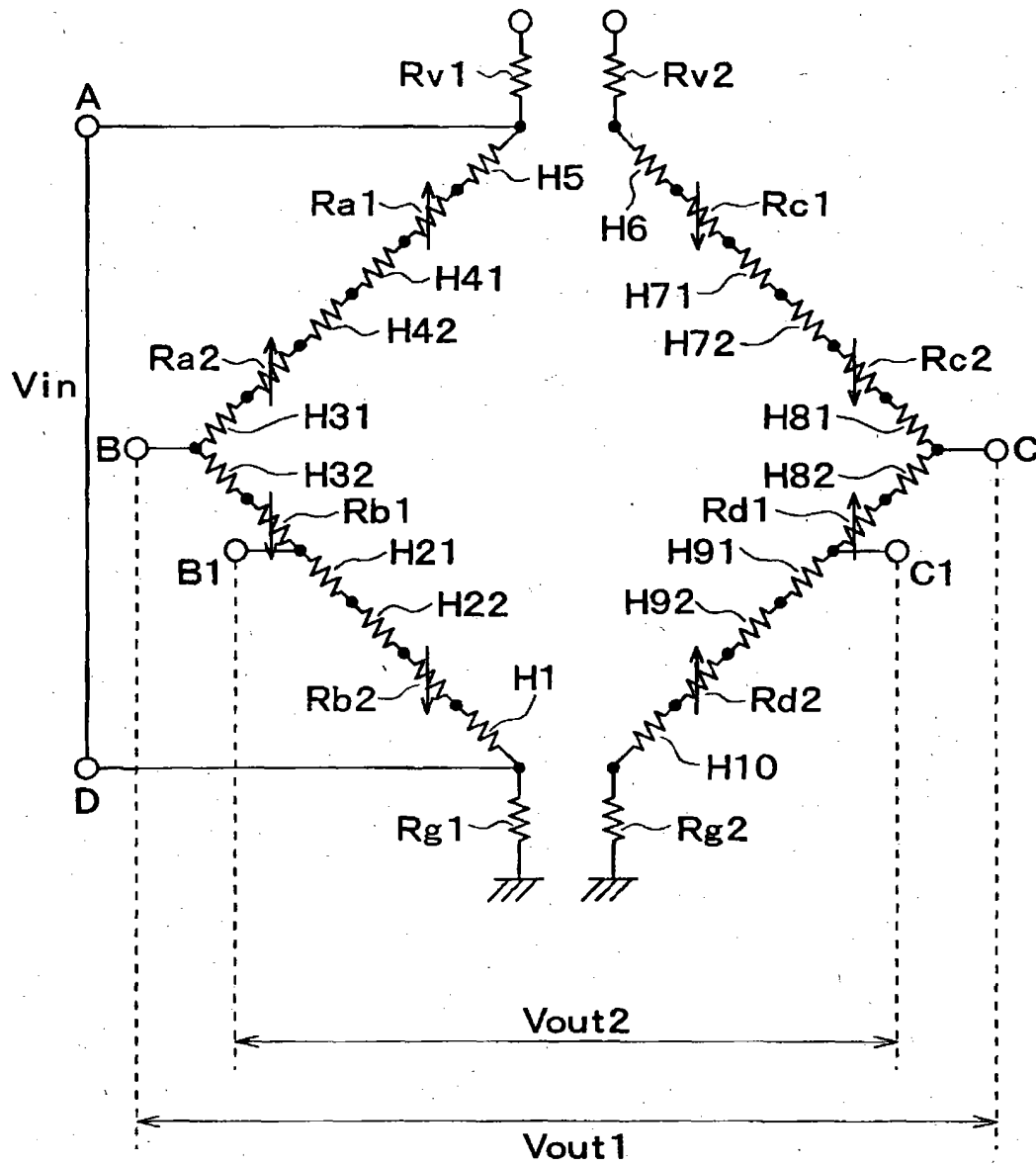
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ゲージ抵抗によって形成された一つのブリッジ回路上からセンサ出力および故障診断出力を検出可能としたダイアフラム型の半導体圧力センサにおいて、両出力において適切にオフセット電圧を調整できるようにする。

【解決手段】 4個のゲージ抵抗 $R_a \sim R_d$ は、それぞれ2個に分割された分割ゲージ抵抗 $R_{a1} \sim R_{d2}$ となっており、分割ゲージ抵抗の間の配線H2、H9から引き出され圧力の非印加状態において同電位となる端子B1、C1を故障診断出力用端子として用いる。さらに、センサ出力用端子B、Cを、配線H3、H8における配線抵抗の異なる部分から引き出された3個の端子 $B_a \sim B_c$ 、 $C_a \sim C_c$ から構成し、故障診断出力用端子B1、C1のうちの一方の端子B1を、配線H2における配線抵抗の異なる部分から引き出された3個の端子 $B_{1a} \sim B_{1c}$ から構成している。

【選択図】 図8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004260]

1. 変更年月日	1996年10月 8日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名	株式会社デンソー